



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 40 26 724 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 01 F 1/84**

⑳ Aktenzeichen: P 40 26 724.5  
㉔ Anmeldetag: 24. 8. 90  
㉕ Offenlegungstag: 12. 3. 92

DE 40 26 724 A 1

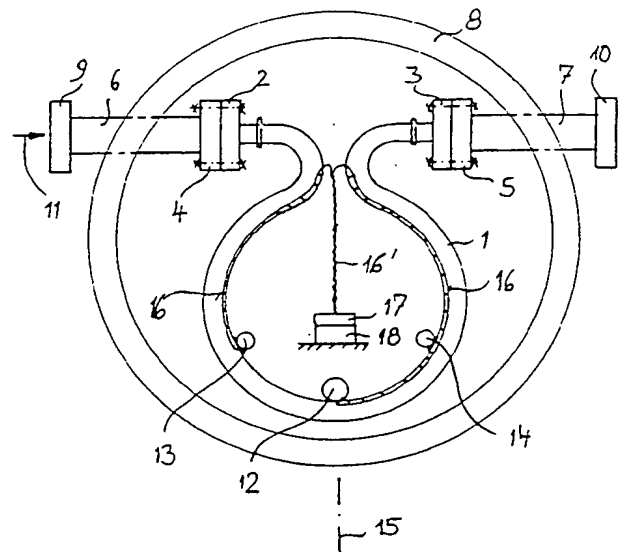
㉚ Anmelder:  
Josef Heinrichs GmbH & Co Messtechnik KG, 5000  
Köln, DE

㉛ Vertreter:  
Maxton, A., Dipl.-Ing.; Langmaack, J., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 5000 Köln

㉜ Erfinder:  
Buschmann, Heinz, 5020 Frechen, DE

⑤4 Masse-Durchflußmesser mit auswechselbarem Schwingrohr

- ⑤7 Bei Masse-Durchflußmessern, die nach dem Coriolisprinzip arbeiten, waren die im wesentlichen U-förmig gebogenen Schwingrohre fest mit einem Gestell oder Gehäuse verbunden. Bei Störungen, beispielsweise durch Ablagerungen in den Schwingrohren mußte daher der Masse-Durchflußmesser insgesamt ausgebaut werden. Durch eine starre, aber lösbare Verbindung zwischen Schwingrohr (1) und den fest mit dem Gehäuse (8) verbundenen Anschlußrohren (6, 7) in Form von Anschlußflansch (2, 3) und Gegenflansch (4, 5) läßt sich das Schwingrohr (1) auswechseln, so daß die Wartung erheblich vereinfacht wird.



DE 40 26 724 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Masse-Durchflußmesser mit wenigstens einem Schwingrohr, das von dem zu messenden Produktstrom durchflossen wird und dessen Enden jeweils mit Anschlußrohren in Verbindung stehen, die mit einem das Schwingrohr wenigstens teilweise umschließenden schwingungssteifen Gehäuse mit großer Masse starr verbunden sind, wobei das Schwingrohr mit einem vorzugsweise elektro-magnetischen Schwingungserreger und mit elektrischen Meßwertaufnehmern (Schwingwegaufnehmern) zur Erfassung der Phasenlage des Schwingweges an wenigstens zwei Stellen des Schwingrohres in Verbindung steht.

Massedurchflußmesser, die nach dem Coriolis-Prinzip arbeiten, sind beispielsweise aus der EP-B1-00 83 144 bekannt. Im praktdurchflußmesser bzw. Massestrom-Messer gegenüber Störschwingungen empfindlich sind, die über das angeschlossene Rohrleitungsnetz einwirken und daher ein stabiles und reproduzierbares Meßsignal kaum zu erzeugen ist. Ferner muß eine verhältnismäßig hohe Erregerenergie aufgebracht werden, um auch geringe Masseströme zuverlässig messen zu können.

Aus der DE-A1- 38 24 351 ist nun ein Masse-Durchflußmesser der eingangs bezeichneten Art bekannt, bei dem das Problem des Störschwingungseinflusses dadurch behoben wird, daß das Schwingrohr mit einem Gehäuse starr verbunden ist, das schwingungssteif ausgebildet ist und wenigstens mit einem Gehäuseteil dickwandig ausgebildet ist. Hierdurch ist sichergestellt, daß Rohrleitungsschwingungen nicht auf das Schwingrohr übertragen werden können, da sowohl die Anschlußrohre als auch der damit verbundene Teil der Gehäusewandung um ein vielfaches "unelastischer" sind als die das Schwingrohr bildende Rohrschleife und dementsprechend in den hier in Betracht kommenden Frequenzbereichen sich nicht verformen können und dementsprechend auch keine eine Verformung bewirkende Kräfte auf das Schwingrohr weiterleiten können. Die gegenüber dem Schwingrohr um ein Mehrfaches größere Masse des Gehäuses übernimmt hierbei zusätzlich die Funktion eines "schweren" Fundamentes und wirkt als "Beruhigungsmasse", so daß die vom Schwingungserreger erzeugte Energie ausschließlich in das bzw. die Schwingrohre eingeleitet wird und über die Meßaufnehmer ausschließlich der Schwingweg der Schwingrohre erfaßt wird, während das als Beruhigungsmasse dienende Gehäuse praktisch keine Schwingungsbewegungen ausführt und die unter dem Einfluß der Erregerschwingung stehenden Coriolis-Kräfte optimal auf die Rohrschleife einwirken und schon bei geringer Strömungsgeschwindigkeit verhältnismäßig große Verformungen bewirkt und auch gemessen werden können.

Es hat sich nun in einer Vielzahl von Einsatzfällen herausgestellt, daß nach einer längeren Betriebszeit die angezeigten Meßwerte von den tatsächlichen Durchflußwerten abweichen, da sich das Schwingungsverhalten der Schwingrohre durch Ablagerungen verändert. Das hat zur Folge, daß routinemäßig das gesamte Meßgerät ausgewechselt werden muß, da nur so die Möglichkeit gegeben war, das neu einzusetzende Gerät zu kalibrieren.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, einen Masse-Durchflußmesser der eingangs bezeichneten Art so zu gestalten, daß lediglich das ein "Verschleißteil" bildende Schwingrohr für sich auswechselbar ist, während der übrige im Rohrleitungssystem eingebaute Teil

wie Gehäuse, Verbindungsleitungen zur Meßwerterfassung etc. unberührt bleiben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Schwingrohr über eine lösbar ausgebildete Verbindung starr mit dem Gehäuse verbunden ist, wobei an seinen Enden jeweils ein Anschlußflansch vorgesehen ist, der mit einem Gegenflansch des zugehörigen Anschlußrohres verbindbar ist. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß ohne großen Montageaufwand zu jeder Zeit das Schwingrohr ausgewechselt werden kann. Trotzdem ist die Gewähr der Meßwertkonstanz gegeben, da das auszuwechselnde Schwingrohr werkstatmäßig kalibriert werden kann. Entscheidend ist hierbei, daß für die Kalibrierung des Schwingrohres im eingebauten Zustand im Gerät einerseits und für die Kalibrierung in der Werkstatt andererseits über die starre Verbindung zwischen Schwingrohr und Gehäuse identische Verhältnisse vorgebar sind. Dies ist insbesondere dann gegeben, wenn das Gehäuse, wie vorstehend beschrieben, schwingungssteif ausgebildet ist und eine im Verhältnis zur Masse des Schwingrohres große Masse aufweist. Hierbei wird ferner mit Vorteil ausgenutzt, daß das Schwingrohr, üblicherweise zwei parallele, vom Massestrom durchströmte Schwingrohre oder aber auch nur ein durchströmtes Schwingrohr und ein Gegenschwingelement gleicher Schwingcharakteristik, die Meßwertaufnehmer und den Schwingungserreger tragen, so daß die Gewähr der Meßwertkonstanz auch nach dem Einbau in das bereits vorhandene Gehäuse gewährleistet ist. Da nunmehr das Schwingrohr einfach und kostengünstig ausgewechselt werden kann, ergibt sich damit die vorteilhafte Möglichkeit, in Einsatzfällen, in denen beispielsweise mit Ablagerungen gerechnet werden muß, routinemäßig die Schwingrohre auszuwechseln. Ferner ist die Möglichkeit gegeben, die Fertigung und Lagerhaltung zu vereinfachen. So ist es möglich, Schwingrohre für die unterschiedlichsten Meßbereiche zu produzieren, vorzukalibrieren und bereitzuhalten und diese erst entsprechend den Aufträgen in die vorgefertigten Gehäuse einzusetzen und so die Durchflußmesser zu komplettieren.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die beiden Anschlußflansche des Schwingrohres über eine starre Trägerschiene miteinander verbunden sind. Durch die Anordnung einer starren Trägerschiene ist die Handhabbarkeit eines derartigen Schwingrohres erheblich vereinfacht. Da die Schwingrohre vorkalibriert sind, muß für den Einbau in das Gehäuse sichergestellt sein, daß hierbei das Schwingrohr nicht verformt wird. Jedes Aufbiegen des üblicherweise U-förmig oder  $\Omega$ -ausgebildeten Schwingrohres würde zu einer Veränderung des Schwingverhaltens und damit die vorhandene Kalibrierung beseitigen, so daß das Gerät insgesamt wieder kalibriert werden müßte.

Die Verwendung einer starren Trägerschiene erlaubt nun zwei verschiedene Grundkonzeptionen für die Ausbildung des Schwingrohres. In einer ersten Ausgestaltung der Erfindung ist hierbei vorgesehen, daß die Trägerschiene fest mit den Anschlußflanschen verbunden ist und mit einem Befestigungsansatz für die lösbare aber starre Verbindung mit dem Gehäuse versehen ist. Bei U-förmigen Schwingrohren können hierbei die Anschlußflansche selbst als Befestigungsansatz für die starre Verbindung dienen, die unter Zwischenlage einer Dichtung preß mit den Gegenflanschen der zugehörigen Anschlußrohre verbunden werden können. Bei Schwingrohren mit  $\Omega$ -förmigem Schwingrohr liegen die

durch die Anschlußflansche definierten Durchtrittsöffnungen auf einer Achse, so daß die starre Verbindung zwischen Trägerschiene und Gehäuse über einen Befestigungsansatz an der Trägerschiene erfolgen muß, während die Verbindung zwischen den Anschlußflanschen und den Gegenflanschen unter Zwischenlage einer Weichdichtung erfolgen muß, da bei dieser Schwingrohrform Anschlußflansch und Gegenflansch nicht preß miteinander verschraubt werden können.

In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist daher vorgesehen, daß die Trägerschiene lösbar mit den Anschlußflanschen verbunden ist und daß die Anschlußflansche mit den zugehörigen Gegenflanschen in montiertem Zustand nach dem Lösen der Trägerschiene die starre Verbindung mit dem Gehäuse bildet. Bei dieser Ausgestaltung dient die Trägerschiene als reines Montagehilfsmittel und kann nach Abschluß der Montage vollständig entfernt werden. Hierdurch wird nicht nur die Fertigung der Schwingrohre verbilligt, sondern auch eine vorteilhafte Lösung für  $\Omega$ -förmige Schwingrohre geschaffen, wenn beispielsweise aus Sicherheitsgründen die Verwendung von Weichdichtungen zwischen Anschlußflansch und Gegenflansch vermieden werden muß und Anschlußflansch und Gegenflansch preß miteinander verbunden werden müssen. Diese Verbindung läßt sich dann ohne weiteres in Bezug auf die Schwingungsbewegung des Schwingrohres als starre Verbindung ausbilden.

In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung dieser Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die Anschlußflansche mit Mitteln zur Festlegung an der Trägerschiene, vorzugsweise jeweils in Form eines nasenförmigen Ansatzes versehen sind, denen je ein lösbares Befestigungsmittel, vorzugsweise in Form einer Schraube an der Trägerschiene, zugeordnet ist. Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn die Festlegung zumindest eines Flansches eine geringe Bewegung in Richtung der Trägerschiene zuläßt. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß das Schwingrohr ohne Trägerschiene werkstatmäßig vorkalibriert werden kann, daß zunächst die Trägerschiene montiert und anschließend das Schwingrohr aus der Kalibriereinrichtung gelöst wird. Bei  $\Omega$ -förmigen Schwingrohren bietet die geringfügige Bewegungsmöglichkeit in Richtung der Trägerschiene den Vorteil, daß sowohl zum Ausbau aus der Kalibriervorrichtung als auch zum Einbau in ein Gehäuse beim Auswechseln ein genügender Freiraum zwischen den einander gegenüberliegenden Befestigungsflanschen vorhanden ist. Hierdurch wird auch beim Einbau eine unzulässige Verformung des Schwingrohres, die sein Schwingungsverhalten verändern würde, vermieden.

Die aufgrund der Erfindung gegebene Auswechselbarkeit der Schwingrohre erlaubt in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung, daß das Schwingrohr durch ein Glasrohr gebildet wird. Dies hat den Vorteil, daß im Durchflußmesser der Zustand des zu messenden strömungsfähigen Mediums kontrolliert werden kann, so beispielsweise das Vorhandensein von Gasblasen in Flüssigkeiten optische Veränderungen wie Verfärbungen oder Veränderungen der Lichtdurchlässigkeit und letztlich auch Ablagerungen an den Rohrwandungen. Ein weiterer Vorteil der Verwendung von Glasrohren liegt in ihrer chemischen Beständigkeit und auch der geringer Wärmeausdehnungszahl im Vergleich zu einer Reihe von Metallen, so daß der Temperaturgang eines derartigen Masse-Durchflußmessers, d. h. der Einfluß von Temperaturänderungen des zu messenden Stoffes auf das Meßergebnis, geringer ist. Der Nachteil der

Bruchempfindlichkeit von Glasrohren wird durch die mit der Erfindung gegebene leichte Auswechselbarkeit kompensiert. Bei der Verwendung von Glasrohren als Schwingrohre ist wiederum von besonderem Vorteil, wenn das Gehäuse für sich starr, d. h. schwingungs- und verwindungssteif ausgebildet ist, so daß beim Anziehen der Anschlußflansche des Schwingrohres an die Gegenflansche der Anschlußrohre keine Gefährdung für das Schwingrohr besteht. Bei dem schwingungs- und verwindungssteifen Gehäuse wird dann wenigstens eine Wandung ebenfalls aus Glas, vorzugsweise aus Sicherheitsglas, hergestellt, so daß die Sichtkontrolle auch während des Betriebes möglich ist. Bei entsprechenden Glasstärken kann auch hier eine druckdichte und druckfeste Ausbildung des Gehäuses bewerkstelligt werden.

Um auch bei der Verwendung von  $\Omega$ -förmigen Schwingrohren aus Glas zu einer starren Verbindung zwischen den Anschlußflanschen und den Gegenflanschen der Anschlußrohre zu gelangen, ist in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, die Anschlußflansche des Glasrohres ebenfalls aus Glas zu bilden. Anschlußflansche können hierbei als vorgefertigte Bauelemente ausgebildet sein, die dann das U- oder  $\Omega$ -förmig gebogene Schwingrohr angeschmolzen wird. Auch hierbei ist die Verwendung einer lösbaren Trägerschiene — wie vorstehend beschrieben — von Vorteil, da diese zugleich als Montagehilfsmittel eingesetzt werden kann.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß bei der Anordnung von zwei parallelen Schwingrohren, deren Enden jeweils in einen gemeinsamen Anschlußflansch zusammengeführt sind, in der Nähe der Anschlußflansche jeweils ein beide Schwingrohre festverbindender Quersteg angeordnet ist. Sowohl bei Schwingrohren aus Metall als auch bei Schwingrohren aus Glas bietet die Anordnung des Quersteges die Möglichkeit, nach dem Anbringen der Anschlußflansche über den Abstand der Querstege von der Befestigung der Rohre am Anschlußflansch die jeweils gewünschte Eigenfrequenz des Schwingrohres festzulegen. Bei Schwingrohren aus Metall wird der Quersteg angelötet oder angeschweißt, während bei Schwingrohren aus Glas der Quersteg angeschmolzen wird.

In vorteilhafter weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die am Schwingrohr entlang geführten Kabel der elektrischen Meßwertaufnehmer in einem Stecker zusammengeführt sind und das im Gehäuseinnenraum ein Steckkontakt für den Stecker angeordnet ist, an dem ein nach außen geführtes Kabel angeschlossen ist. Hierdurch wird das Auswechseln von Schwingrohren noch weiter erleichtert.

Unter dem Begriff Schwingrohr im Sinne der vorliegenden Erfindung wird sowohl ein System verstanden, bei dem nur ein mit Anschlußflanschen versehenes Schwingrohr verwendet wird und ein etwa vorhandenes Gegenschwingelement ebenfalls an den Anschlußflanschen befestigt wird. Es wird hierunter aber auch ein System verstanden, bei dem zwei parallele Schwingrohre vorhanden sind, die mit ihren Enden in einen gemeinsamen Anschlußflansch zusammengeführt sind, wobei beide Schwingrohre von zu bemessenden Produkten durchströmt und gegenläufig zueinander schwingen.

Der im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung verwendete Begriff "starr" bedeutet, daß die Verformbarkeit und Elastizität der so gekennzeichneten Elemente um ein Vielfaches geringer ist als die Verformbarkeit und Elastizität und damit die Schwingfähig-

keit des Schwingrohres.

Die Erfindung wird anhand schematischer Zeichnungen von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Frontansicht eines Masse-Durchflußmessers mit abgenommenem Deckel.

Fig. 2 die Befestigung des Schwingrohres gemäß einer ersten Ausführungsform in einer Ansicht gemäß der Schnittlinie II-II in Fig. 1.

Fig. 3 eine andere Ausführungsform in einer Ansicht entsprechend Fig. 1.

Fig. 4 die Ausführungsform einer Flanschverbindung für ein Schwingrohr aus Glas.

Der in Fig. 1 dargestellte, nach dem Coriolis-Prinzip arbeitende Masse-Durchflußmesser weist zwei identische, parallel zueinander verlaufende Schwingrohre 1 auf, die in etwa in der Form des griechischen Großbuchstaben Omega gebogen sind. Die beiden parallelen Schwingrohre 1 laufen mit ihren Enden jeweils in einen Anschlußflansch 2, 3 zusammen der jeweils mit einem Gegenflansch 4, 5 verbunden ist. Die Gegenflansche 4, 5 sind Teile von Anschlußrohren 6, 7, die fest mit einem Gehäuse 8 verbunden sind und die mit ihren außerhalb des Gehäuses 8 liegenden Enden mit Verbindungsflanschen 9, 10 versehen sind, über die der Masse-Durchflußmesser in eine hier nicht näher dargestellte Rohrleitung eingebaut ist, durch die der zu messende Produktstrom fließt. Der zu messende Produktstrom wird bei der durch den Pfeil 11 vorgegebenen Strömungsrichtung im Bereich des Anschlußflansches 2 geteilt und fließt somit gleichzeitig durch die beiden parallel zueinander verlaufenden Schwingrohre 1.

Das in etwa kalottenförmige Gehäuse 8 ist aus einem dickwandigen Stahl hergestellt und dementsprechend schwingungssteif ausgebildet und weist im Verhältnis zur Masse der Schwingrohre 1 eine erheblich größere Masse auf. Die Anschlußrohre 6, 7 sind fest in das Gehäuse eingeschweißt, so daß sich bei der dargestellten Ausführungsform eine starre Verbindung zwischen dem Gehäuse 8 mit den Anschlußrohren 6, 7 einerseits und den mit den Flanschen 2, 3 versehenen Schwingrohren 1 andererseits ergibt. In der Praxis ist dann dieser kalottenförmige Gehäuseteil mit einem flachen Deckel abgeschlossen, der die zugehörige auswärtige Elektronik tragen kann. Durch die dickwandige kalottenförmige Bauform des Gehäuses werden membranartige Eigenschwingungen vermieden.

An den beiden mit Abstand parallel zu einander verlaufenden Schwingrohren 1 ist nun im Scheitelbereich ihrer Krümmung ein elektro-magnetischer Schwingungserreger 12 befestigt, wobei die eine Rohrschleife mit dem Magnet und die andere Rohrschleife mit dem Anker versehen ist. Über eine nachstehend noch näher dargestellte Stromversorgung kann nun der Schwingungserreger 11 mit einem Strom beaufschlagt werden, so daß die beiden Schwingrohre im Gegentakt zueinander schwingen, und zwar im Bereich der Eigenfrequenz der beiden ein Schwingungssystem darstellenden Schwingrohre. Es ergibt sich eine große Schwingamplitude bei einem Erregerstrom im Milliamperebereich.

In etwa um 90° versetzt zum Schwingungserreger 12 sind an den beiden Schwingrohren 1 je zwei vorzugsweise magnetischinduktiv arbeitende Sensoren 13, 14 befestigt. Bei ruhendem Produktstrom, d. h. bei einer Strömungsgeschwindigkeit "null" schwingen die beiden Schwingrohre genau im Gegentakt zueinander, wobei über die Sensoren 13, 14 der gleiche Schwingweg gemessen wird. Sobald jedoch die Schwingrohre vom Pro-

duktstrom durchströmt werden, treten Coriolis-Kräfte auf, die die beiden Schwingrohre 1 ebenfalls im Gegentakt zueinander um die Spiegelungsachse 15 der Schwingrohre auslenken, so daß in der Frequenz der Schwingbewegung die erfaßte Phasenlage des Schwingungsweges am Sensor 13 von der Phasenlage abweicht, die vom Sensor 14 erfaßt wird. Bringt man die von beiden Sensoren 13, 14 gesondert erfaßten Schwingwege in einer Überlagerung zur Anzeige, so ergibt sich eine Phasenverschiebung der Schwingwege, die abhängig ist von der Größe der wirksamen Coriolis-Kräfte, die ihrerseits wieder abhängig ist von der Dichte des zu messenden Produktes und von der Durchflußgeschwindigkeit des Produktes, so daß hierüber eine exakte Aussage über den Volumenstrom möglich ist.

Während bei den bisher bekannten Bauformen die Schwingrohre mit ihren Enden fest, d. h. unlösbar mit den im Innenraum des Gehäuses 8 liegenden Enden der Anschlußrohre 6, 7 verbunden waren, sind bei der vorliegenden Ausführungsform die Anschlußrohre 6, 7 jeweils mit Gegenflanschen 4, 5 versehen, an die dann über die Anschlußflansche 2, 3 die beiden parallelen Schwingrohre als Baueinheit lösbar angeschlossen sind. Für die Funktionstüchtigkeit eines derartigen Meßgerätes ist es jedoch entscheidend, wenn die Flanschverbindung zwischen den Anschlußflanschen 2, 3 der Schwingrohre 1 und den zugehörigen Gegenflanschen 4, 5 starr ist, d. h. keine Nachgiebigkeit in Bezug auf die senkrecht zur Zeichenebene erfolgende Schwingbewegung der Schwingrohre 1 vorhanden ist. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird dies dadurch bewerkstelligt, daß die Flansche 2, 4 und 3, 5 über die angedeutete Schraubverbindung preß aneinanderliegend verbunden sind. Die zu den Sensoren 13, 14 und zum Schwingungserreger 12 führenden Kabel 16 sind bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel fest auf einem der Schwingrohre 1 verlegt und bis in den Bereich der Anschlußflansche 2, 3 geführt. Erst in diesem Bereich sind sie als freier Kabelstrang 16' zusammengefaßt, dessen freies Ende mit einem Stecker 17 versehen ist, der in einen Gegenkontakt 18 einsteckbar ist, der mit dem Gehäuse 8 fest verbunden und in nicht näher dargestellter Weise mit einem nach außen geführten Anschlußkabel versehen ist.

Bei zu messenden Produktströmen, die beispielsweise Feststoffe enthalten und daher zur Bildung von Ablagerungen neigen, mußte bisher das gesamte Meßgerät ausgebaut, d. h. die an die produktführende Rohrleitung angeschlossenen Flansche 9, 10 gelöst werden. Bei der erfindungsgemäßen Lösung werden nun nach dem Abnehmen des Gehäusedeckels lediglich die Flansche 2, 3 gelöst und der Stecker 17 gezogen, so daß das Schwingrohr komplett herausgenommen und durch ein neues Schwingrohr ersetzt werden kann, das wiederum mit seinen Anschlußflanschen 2, 3 fest mit den Gegenflanschen 4, 5 verbunden wird.

Da nun die Eigenfrequenz des aus den beiden Schwingrohren 1 mit ihren Anschlußflanschen 2, 3 gebildeten Schwingungssystems in das Meßergebnis eingeht, ist ein derartiger Austausch der Schwingrohre nur dann sinnvoll, wenn es möglich ist, die Schwingrohre vorzukalibrieren, d. h. im Austausch wiederum ein Schwingrohr einzusetzen, das die gleiche Eigenfrequenz aufweist wie das ursprüngliche und nunmehr ausgetauschte Schwingrohr. Da jedoch Verformungen des Schwingrohres beim Einbau eher zu einer Veränderung der Eigenfrequenz führen können, ist in Fig. 2 eine Ausgestaltung dargestellt, mit deren Hilfe es möglich ist, ein vor-

kalibriertes Schwingssystem einzusetzen, ohne daß hier die Eigenfrequenz verändernde Verformungen auftreten können. Zu diesem Zweck sind an den Anschlußflanschen 2, 3 Befestigungsansätze 18, 19 angeordnet, die mit Durchgangsbohrungen 20 versehen sind. An diese Befestigungsansätze 18, 19 ist nun eine starre Trägerschiene 21 angesetzt, die beispielsweise einen U-förmigen Querschnitt aufweist und die beispielsweise mit Hilfe einer nicht näher dargestellten, durch die Bohrung 20 durchgesteckten Schraube, starr aber lösbar mit dem Befestigungsansatz 18 verbunden ist. Das dem Befestigungsansatz 19 zugeordnete Ende der Trägerschiene 21 ist hierbei mit einem Langloch 22 versehen, so daß der zugehörige Anschlußflansch 3 fest, jedoch in Längsrichtung der Trägerschiene 21 verschiebbar mit dieser verbunden ist. Auch hier ist wieder durch die Bohrung 20 eine entsprechende Verbindungsschraube durchgesteckt. Das Langloch 22 ist hierbei so bemessen, daß die beiden Anschlußflansche 2, 3 um ein geringes Maß gegeneinander verschoben werden können, so daß das gesamte Schwingrohrsystem frei zwischen die beiden Gegenflansche 4, 5 eingeschoben werden kann. Hier wird dann zunächst der Anschlußflansch 2 fest mit dem Gegenflansch 4 verbunden. Anschließend wird die Befestigungsschraube des Befestigungsansatzes 19 gelöst, so daß dann der Anschlußflansch 3 an den Gegenflansch 5 herangeschoben und mit diesem ebenfalls fest verbunden werden kann. Bei diesen Montagearbeiten kann das Schwingrohrsystem ausschließlich über die starre Trägerschiene 21 gehandhabt werden, so daß die Schwingrohre 1 überhaupt nicht berührt zu werden brauchen und damit ungewollte Verformungen ausgeschlossen sind. Das Maß des Langloches ist hierbei so bemessen, daß die in Fig. 2 dargestellte maximal mögliche Verschiebung der Anschlußflansche 2, 3 gegeneinander noch im Bereich der elastischen Verformung der Schwingrohre liegt und somit keine Veränderung der einmal festgelegten Eigenfrequenz erfolgt. Erst nach dem das neue Schwingrohrsystem vollständig abgeschlossen ist, wird die Trägerschiene 21 gelöst. Die Abdichtung zwischen den Anschlußflanschen 2, 3 und den Gegenflanschen 4, 5 erfolgt durch eine zwischengelegte Dichtung 23, die jedoch so bemessen ist, daß nach dem Anziehen der hier nur angedeuteten Spannschrauben 24 die einander zugekehrten Flächen von Anschlußflansch und Gegenflansch preß aufeinander liegen und somit eine in Bezug auf die Schwingrichtung (Doppelpfeil) 25 starre Verbindung besteht.

Durch die Verwendung der vorstehend erwähnten Trägerschiene 21 ist es somit möglich, ein Schwingrohrsystem werkstattmäßig vorzukalibrieren und ein derartig vorkalibriertes Schwingrohrsystem vor Ort in ein vorhandenes Meßgerät im Austausch gegen ein beispielsweise durch Ablagerungen unbrauchbar gewordenen Schwingrohrsystem auszutauschen. Ein umständliches Kalibrieren vor Ort ist nicht erforderlich. Um nun bei gegebenem lichten Abstand zwischen den beiden Gegenflanschen 4, 5 Schwingrohrsysteme unterschiedlicher Eigenfrequenz und damit für unterschiedliche Meßbereiche in vorhandene, genormte Gehäuse einsetzen zu können, werden zur Festlegung der jeweils gewünschten Eigenfrequenz die beiden Schwingrohre in der Nähe der Anschlußflansche 2 und 3 jeweils mit einem Quersteg 26 fest miteinander verbunden, der den "Nullpunkt" für die Schwingbewegung der beiden Schwingrohre 1 gegeneinander festlegt. Je nach dem Abstand der Querstege 26 zur Einführung der Schwingrohren 27 in die Anschlußflansche 2, 3 läßt sich hier

innerhalb gewisser Bereiche die Eigenfrequenz verändern. Nach Einstellung der gewünschten Eigenfrequenz werden die Querstege 26 beispielsweise durch Löten oder Schweißen fest mit den Schwingrohren verbunden.

Während bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 und 2 die starre Verbindung zwischen dem Schwingrohrsystem einerseits und dem Gehäuse 8 andererseits unmittelbar über die Flanschverbindungen 2/4 und 3/5 erfolgt, ist in Fig. 3 eine Ausführungsform dargestellt, bei der die in Form eines U-Profils oder eines geschlitzten Rohres ausgeführte Trägerschiene 21 fest, d. h. unlösbar mit den Flanschen 2, 3 verbunden ist. Die Trägerschiene 21 ist hierbei mit einem Befestigungsansatz 28 versehen, über den die gesamte Anordnung fest, d. h. starr im Sinne der vorliegenden Erfindung mit dem Gehäuse 8 verbindbar ist. Die Verbindung mit den zugehörigen Gegenflanschen 4, 5 erfolgt wieder über eine Schraubverbindung. Da hier jedoch keine Abstandsänderung zwischen den beiden Gegenflanschen 4 und 5 möglich ist, muß die Abdichtung über eine zwischengelegte Weichdichtung 29 erfolgen.

Die vorstehend beschriebene Verbindung zwischen den Anschlußflanschen 2, 3 der Schwingrohre 1 mit den innerhalb des Gehäuses 8 liegenden Flanschen 4, 5 ist auf das in Fig. 1 dargestellte  $\Omega$ -förmige Schwingrohr abgestellt. Die anhand dieses Ausführungsbeispiels dargestellten Konstruktionsprinzipien gelten jedoch in gleicher Weise für ein System mit U-förmigem Schwingrohr, das als Einfachschwingrohr, wie in der EP-B100 83 144 dargestellt, oder in zwei parallelen U-förmigen Schwingrohren ausgeführt ist. Auch bei einer U-förmigen Ausführungsform ist die Verwendung der vorstehend beschriebenen lösbaren Trägerschiene ebenso zweckmäßig und möglich, wie die entsprechend Fig. 3 unlösbar mit dem Schwingrohr verbundene Trägerschiene.

Während in der Mehrzahl der Fälle die Schwingrohre aus Metall hergestellt sind, erlaubt es die erfindungsgemäße Ausführung, die Schwingrohre auch aus Glas herzustellen, die wegen der größeren mechanischen Empfindlichkeit auf jeden Fall auswechselbar sein müssen. Wie in Fig. 4 in einer Aufsicht ähnlich wie Fig. 2 dargestellt, sind die beiden parallel verlaufenden, aus Glas hergestellten Schwingrohre 1' an einen Anschlußflansch 2' aus Glas angeschmolzen. Die Abstimmung der Eigenfrequenz kann hier über eine an die beiden Schwingrohre in der Nähe des Anschlußflansches 2' angeschmolzene Quersteg 26' erfolgen. Auch bei dieser Ausführungsform ist eine starre Verbindung zwischen Anschlußflansch 2' und dem innerhalb des Gehäuses 8 liegenden Gegenflansch 4 möglich. Dies geschieht beispielsweise über Spannringe 30, 31, über die die Flansche 2' und 4 gegeneinander verspannt werden können, wobei durch eine Zwischenlage 32 aus einem praktisch nicht formbaren Kunststoff, beispielsweise Teflon, die erforderliche Starrheit, d. h. Schwingungsteifigkeit der Flanschverbindung bewirkt wird. Da bei der Verwendung von Glasrohren für die Schwingrohre der Produktstrom im Betrieb beobachtet werden kann, ist es zweckmäßig, wenn zumindest der den schweren topfförmigen Teil des Gehäuses 8 abdeckende Deckel ebenfalls aus Glas, vorzugsweise Sicherheitsglas besteht. In zweckmäßiger Abwandlung kann jedoch das Gehäuse bei der Verwendung von Glas für die Schwingrohre auch aus einem starren umlaufenden Rahmen mit großer Masse bestehen, mit dem die Anschlußrohre 6, 7 verbunden sind, und der von beiden Seiten mit einer vorzugsweise dickwandigen und damit ebenfalls schwe-

ren Sicherheitsglasscheibe abgedeckt ist. Aufgrund des vorhandenen Gegenlichtes ist hierbei eine Veränderung des Produktstromes und/oder Ablagerungen in den Schwingrohren noch besser zu erkennen.

Der Begriff "Anschlußflansch" und "Gegenflansch" ist im Sinne der Erfindung nicht auf die dargestellte und beschriebene Ausführungsform beschränkt. Auch Ausführungsformen mit einem Haltebund an einem Teil und einer sogenannten Überwurfmutter, die auf einem Gewindeansatz am anderen Teil aufschraubbar ist, sind zur Anwendung der Erfindung möglich.

Während bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel die Sensoren 13, 14 und der Schwingungserreger 12 unmittelbar an den beiden Schwingrohren 1 befestigt sind, erlaubt die Erfindung in einer weiteren Ausgestaltung einen Aufbau, bei dem die Spulen der Sensoren 13, 14 und des Schwingungserregers 12 mit ihren Zuleitungskabeln fest mit dem Gehäuse 8 verbunden sind, so daß an den Schwingrohren 1 nur die zugehörigen Eisenteile, d. h. beim Schwingungserreger der Anker und bei den Sensoren die Magnete zu befestigen sind. Dadurch entfällt die feste Verlegung der Zuleitungskabel zu den Spulen auf den Schwingrohren.

#### Patentansprüche

1. Masse-Durchflußmesser mit wenigstens einem Schwingrohr, daß von dem zu messenden Produktstrom durchflossen wird, und dessen Enden jeweils mit Anschlußrohren in Verbindung stehen, die mit einem das Schwingrohr wenigstens teilweise umschließenden Gehäuse starr verbunden sind, wobei das Schwingrohr mit einem vorzugsweise elektromagnetischen Schwingungserreger und mit elektrischen Meßwertaufnehmern (Schwingwegaufnehmern) zur Erfassung der Phasenlage des Schwingweges an wenigstens zwei Stellen des Schwingrohres in Verbindung steht, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Schwingrohr (1; 1') über eine lösbar ausgebildete Verbindung (2, 4, 3, 5; 28) starr mit dem Gehäuse (8) verbunden ist, wobei an seinen Enden jeweils ein Anschlußflansch (2, 3) vorgesehen ist, der mit einem Gegenflansch (4, 5) des zugehörigen Anschlußrohres (6, 7) verbindbar ist.
2. Masse-Durchflußmesser nach Anschluß 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Anschlußflansche (2, 3) des Schwingrohres (1) über eine starre Trägerschiene (21) miteinander verbunden sind.
3. Masse-Durchflußmesser nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerschiene (21) fest mit den Anschlußflanschen (2, 3) verbunden ist und mit einem Befestigungsansatz (28) für die lösbare, aber starre Verbindung mit dem Gehäuse (8) versehen ist.
4. Masse-Durchflußmesser nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerschiene (21) lösbar mit den Anschlußflanschen (2, 3) verbunden ist und das die Anschlußflansche (2, 3) in montiertem Zustand mit den zugehörigen Gegenflanschen (4, 5) nach dem Lösen der Trägerschiene (21) die starre Verbindung mit dem Gehäuse (8) bilden.
5. Masse-Durchflußmesser nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußflansche (2, 3) mit Mitteln zur Festlegung an der Trägerschiene (21), vorzugsweise jeweils in Form eines nasenförmigen Ansatzes (18, 19) versehen sind, denen je ein lösbares Befestigungsmittel, vorzugsweise in Form einer Schraube an der Trägerschiene (21) zugeordnet

net ist.

6. Masse-Durchflußmesser nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Festlegung zumindest eines Flansches (3) eine geringfügige Bewegung in Richtung der Trägerschiene (21) zuläßt.

7. Masse-Durchflußmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Schwingrohr (1') durch ein Glasrohr gebildet wird.

8. Masse-Durchflußmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußflansche (2', 3') des Glasrohres aus Glas besteht.

9. Masse-Durchflußmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Wandung des Gehäuses (8) zumindest zum Teil aus Glas besteht.

10. Masse-Durchflußmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Anordnung von zwei parallelen Schwingrohren (1; 1'), deren Enden jeweils in einem gemeinsamen Anschlußflansch (2, 3; 2', 3') zusammengeführt sind, in der Nähe der Anschlußflansche (2, 3; 2', 3') jeweils ein beide Schwingrohre fest verbindender Quersteg (26) angeordnet ist.

11. Masse-Durchflußmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die am Schwingrohr (1) entlanggeführten Kabel (16) der elektrischen Meßwertaufnehmer (13, 14) in einem Stecker (17) zusammengeführt sind und das im Gehäuseinnenraum eine Steckkontakt (18) dem Stecker (17) zugeordnet ist, an den ein nach außengeführtes Kabel angeschlossen ist.

12. Masse-Durchflußmesser, nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit Meßaufnehmern, die jeweils eine Spule und einen relativ zur Spule bewegbaren Eisenteil, vorzugsweise einen Dauermagnetem aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß nur das Eisenteil jeweils am Schwingrohr (1, 1') befestigt ist, während die Spule am Gehäuse (8) befestigt ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

Fig 2

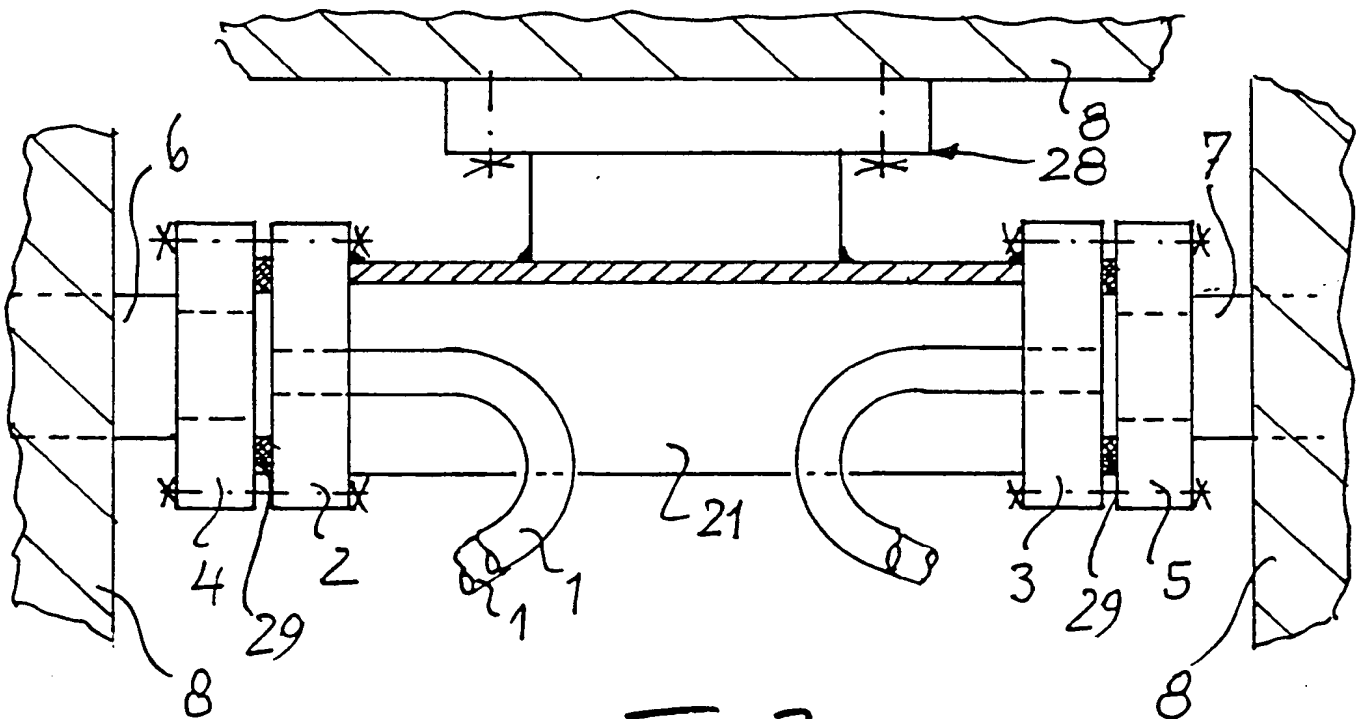
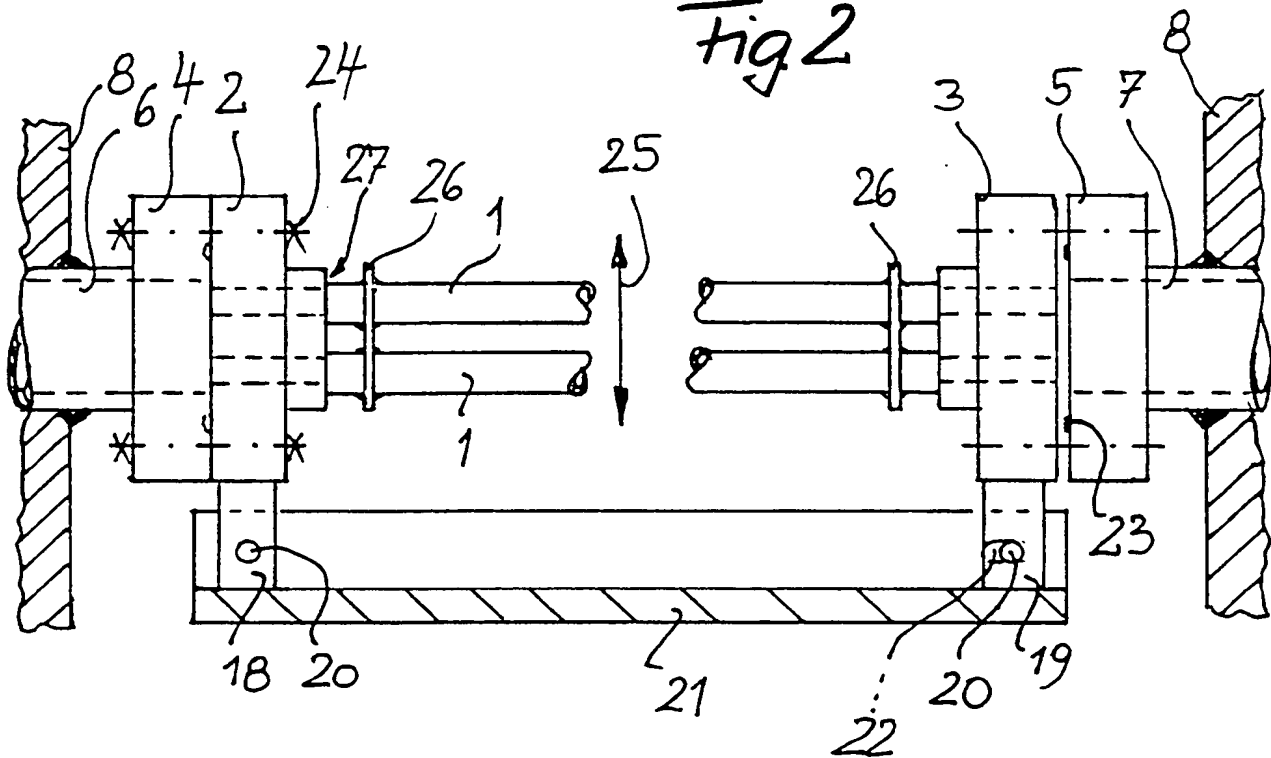
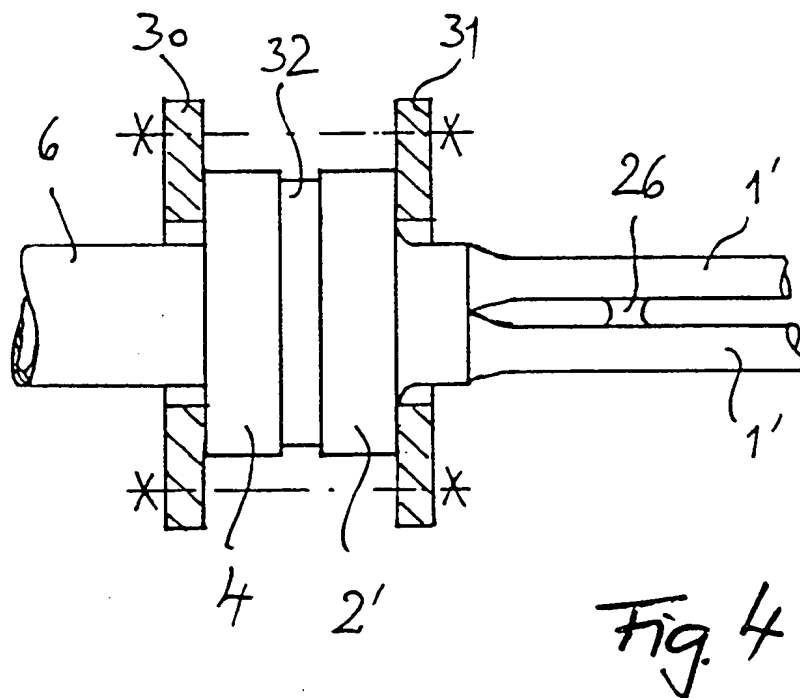


Fig. 3





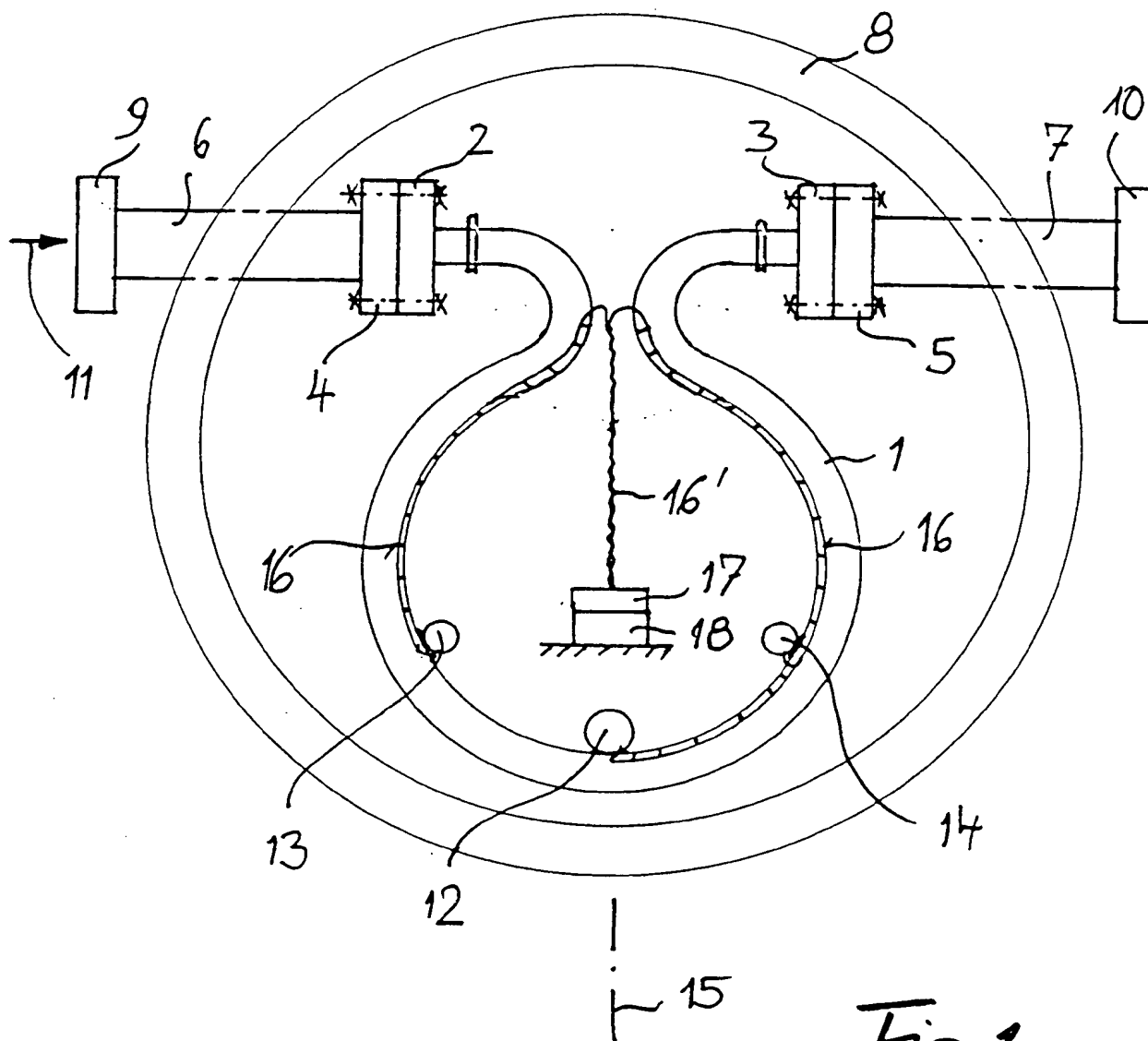


Fig. 1